



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
HIDALGO**



INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

**CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE UNA POBLACIÓN DE
Sceloporus formosus (SQUAMATA: PHRYNOSOMATIDAE) EN LA
REGIÓN CENTRAL DE OAXACA, MÉXICO**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A:

EDUARDO GERMÁN TORRES ALBOR

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. AURELIO RAMÍREZ BAUTISTA**

PACHUCA DE SOTO, HIDALGO

2006

Para: Jacqueline, Germán,
Luís Alberto, Carolina,
Virginia y Martha.

Esta tesis está particularmente dedicada a mis padres JAQUELINE Y GERMÁN por el amor y los valores fundamentales de la vida que me fueron infundados, por darme la oportunidad de expresarme tal cual soy y respetar mí libre pensamiento.

A mis hermanos CAROLINA Y LUIS ALBERTO por crecer junto conmigo, por considerarme un ejemplo y una meta, por motivarme con su presencia y sobre todo por el orgullo que significo para ustedes, sigan adelante a donde sus más grandes sueños los guíen y nunca olviden su verdadera esencia que es el más puro ejemplo de lo excepcional de nuestros padres.

A mis abuelitas VIRGINIA Y MARTHA por ser durante diferentes etapas de mi vida el más grande apoyo, por sus bendiciones y por su presencia en mi vida, que a pesar de todo y hasta en los peores momentos han estado conmigo para reconfortarme y mostrarme el amor abnegado.

A IBETH por existir y aparecer en mi vida, por enseñarme que los sueños se pueden alcanzar y tocar con las manos, por apoyarme e incluso reprenderme en momentos de debilidad; pero sobre todo por ser esa persona hermosa que al principio o al final de las jornadas siempre está dispuesta a regalarme su sonrisa, Te adoro Osita.

A mi hermano GERARDO por ser mi compañero durante un lapso de esta travesía, por ser un ejemplo de tenacidad y responsabilidad, pero sobre todo por su aprecio incondicional y auténtico.

A AURELIO por ser el autor intelectual de mi formación académica y mostrarme el camino e impulsarme en los momentos de incertidumbre, por la confianza brindada hacia mi persona y sobre todo por haberme dado el privilegio de trabajar contigo, eres el hombre de ciencia que más admiro.

A DEY por todo su apoyo, comprensión y crítica constructiva, por los momentos inolvidables vividos y por todo lo que tú sabes significarás para mí, gracias por caminar junto a mí tantos años.

A TODOS aquellos amigos que durante alguna parte de este trayecto inyectaron risas, consejos, tristezas; en fin el condimento de la vida (Lorena Porras, Iliana Acosta, Aarón Gayosso, Efraín Bautista, Ernesto Chanes Rodríguez, Pablo Caballero, Gustavo, Erick Rojas (Vampiringo_Casandro) Gerardo Cañizal (Chino), Antonio Abad (Tijuana), Alejandro García (Gordo), Alex Sobrevilla (Bobby), Delia (Arhu), Ivonne, Adriana Mejía, “Don Hugo”, Juan Carlos Nicoles (Arriba los Pumas, después del Toluca, ¡Claro!), Los Danis, Los Orates; a todos ustedes gracias por las vivencias compartidas, pero sobre todo por su presencia y amistad.

A mí SEGUNDA FAMILIA durante estos últimos dos años Sra. Xochitl, Dey, Kitzia (Kitty), Fany, Itzé (Flaquita) y Rubén, por darme cabida en su casa y en su mesa, por compartir navidades, fiestas, tristezas, risas, chismes ¡HAY NACHAS! Por eso y más son personas que vivirán en mí corazón por siempre; de nuevo gracias por todo.

A la ALIANZA por sumarse a mi lista de amigos y, no sólo eso, si no por posicionarse en un lugar especial dentro de todos ellos en tan corto tiempo, son amigos extraordinarios, (Mario, con tu entusiasmo y capacidad de hacer las cosas llegarás lejos ¡Gracias por tu amistad! “Estos últimos meses han sido una vorágine”; Arturo, ya no hagas deslices en los antros ja ja ja, eres una persona con gran carisma, me caes ¡súper!; Abraham, eres muy emprendedor pero sobre todo sabes ser un buen amigo; Jorge (George Apples) siempre tan sonriente y reventado, algún día pondrás un antro ó irás al Love Parade, eso es seguro; Miguel Veloz, ¡Que barbaroo! Nunca pares de reír); Paco, disfruta cada momento al máximo como hasta hoy. Gracias muchachos y ¡ANIMO! Para los tiempos venideros.

A mis compañeros de generación, que siempre tendrán un espacio especial en mi memoria, por todas las aventuras vividas y por brindarme la oportunidad de compartir con ustedes la aventura del conocimiento, fueron compañeros admirables.

Por supuesto no me puedo olvidar de los ¡PICHOS!, quien mejor que ustedes para entender el sacrificio y el esfuerzo vertido sobre este trabajo, ¡Mil gracias tíos!, Vicky fuiste motivación en los momentos difíciles y, mi ejemplo a seguir; Víctor, desde que te conocí supe que serías mi tío y ¡hasta que lo conseguí uff!, eres un gran ejemplo de integridad y esfuerzo, nunca cambies.

Y finalmente a TODOS aquellos que de alguna manera aportaron algo en este proyecto **¡GRACIAS TOTALES!.....**

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Aurelio Ramírez-Bautista, por apoyarme con todo su conocimiento, por ser mi amigo y brindarme apoyo incondicional, por los consejos tan sabios y oportunos, por los regaños constructivos y fortalecedores); pero sobre todo, por mostrarme que su calidad como persona es aún mayor que su virtud como hombre de ciencia. Por confiar en mí ¡GRACIAS AMIGO AURELIO!

Al M. en C. Jesús M. Castillo Cerón por sus enseñanzas y amistad, por ser testigo de mi crecimiento y, ser incondicional en momentos buenos y malos.

Al Dr. Alberto E. Rojas Martínez por la calidad de sus comentarios, que sin duda enriquecieron en gran medida este trabajo; por la atención y tiempo brindado hacia mi persona, gracias.

Al Dr. Raúl Ortiz Pulido por su amistad y buena disposición en todo momento, por apuntalar la parte estadística de este trabajo.

A la Dra. Maria del Carmen Sánchez Hernández por sus enseñanzas y comentarios enfocados siempre a la mejora de este trabajo.

Al Biol. Ricardo León Rico por ser mi amigo y compañero dentro y fuera del campo de juego, por enriquecer este trabajo con sus sugerencias, pero sobre todo por su entera disposición.

Al Dr. Ignacio E. Castellanos Sturemark por la formación académica durante el transcurso de la licenciatura en la asignatura de Recursos Naturales, por su constante búsqueda de la perfección que aportó en gran medida a la finalización de este trabajo.

A todos mis profesores en la Licenciatura por las enseñanzas y el ejemplo que representan para mí, sobre todo a aquellos que han dejado una huella perenne en mi memoria: Dr. Juan Márquez Luna, M. en C. Mario Segura Almaraz, Dra. Katia Rodríguez González (Katty), Dra. Consuelo Cuevas Cardona, Dra. Ana Laura López Escamilla, Dra. Griselda Pulido Flores, Dr. Ángel Moreno Fuentes y M. en C. Leticia Romero Bautista.

A mis compañeros en el laboratorio de Ecología de Poblaciones: Uriel Hernández, Adrián Leyte, Dinorah Paredes, Leidy Uzcanga, Alejandro Ramírez, Melany Aguilar y Sergio Hernández gracias por compartir su espacio y contagiarme con su animo.

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo por permitirme alcanzar mis metas académicas.

A los proyectos: “Patrones reproductivos de algunas especies de lagartijas vivíparas de ambiente templado y bosque Mesófilo del estado de Hidalgo” y “Patrones reproductivos de algunas poblaciones de lagartijas del complejo *Sceloporus grammicus* del estado de Hidalgo”, apoyados por SEP-PROMEPA-2005, 2006 Y PII respectivamente.

Finalmente no me queda más que agradecer al azar, por poner en mi camino a tantas y tan valiosas personas; haciendo cuentas no puedo ser más afortunado.

ÍNDICE

Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	4
Dimorfismo sexual.....	4
Talla mínima a la madurez sexual.....	5
Ciclos reproductivos.....	5
Ciclo de los cuerpos grasos.....	7
Ciclo del hígado.....	8
Tamaño de la camada.....	9
Antecedentes de la especie	11
Distribución geográfica.....	13
Descripción del área de estudio	14
Localización geográfica.....	14
Aspectos físicos y bióticos.....	15
Hipótesis	16
Objetivos	16
Material y Método	17
Análisis estadísticos.....	19
Resultados	20
Dimorfismo sexual.....	20
Talla mínima a la madurez sexual.....	20
Ciclo reproductivo de los machos.....	21

Ciclo reproductivo de las hembras.....	22
Ciclo de los cuerpos grasos de machos.....	23
Ciclo de los cuerpos grasos de hembras.....	24
Ciclo del hígado de machos.....	25
Ciclo del hígado de hembras.....	26
Tamaño de la camada.....	27
Discusión.....	29
Conclusiones.....	34
Literatura citada.....	35
Apéndice.....	42

RESUMEN

El presente estudio aporta información sobre algunas características reproductivas de una población de la especie vivípara de montaña *Sceloporus formosus*, proveniente de la región central del estado de Oaxaca, México. Los objetivos del estudio fueron determinar las características del dimorfismo sexual, la longitud hocico-cloaca (LHC) mínima a la madurez sexual, los ciclos reproductivos, el ciclo de los cuerpos grasos y del hígado en los machos y en las hembras, así como el tamaño de la camada de las hembras en esta población.

Conforme a las pruebas obtenidas con una “U” de Mann-Whitney, los machos y las hembras adultos fueron estadísticamente similares en la LHC y en algunas otras medidas morfológicas ($P > 0.05$) por lo tanto, no existe un sesgo hacia alguno de los sexos considerando las variables utilizadas; la LHC mínima a la madurez sexual de los machos y de las hembras fue de 47 y 50 mm, respectivamente. En cuanto a los ciclos reproductivos, un análisis de varianza (ANOVA) mostró que la actividad testicular se inició en marzo, se mantuvo elevada hasta junio, y después fue decreciendo significativamente a partir de septiembre. En las hembras, la vitelogénesis se inició de junio a agosto, mientras que la ovulación se produjo de octubre a noviembre, teniendo su máximo nivel de actividad en el mes de marzo del siguiente año, que es cuando nacen las crías.

En la actividad de los cuerpos grasos de los machos, un análisis de regresión mostró que el ciclo reproductivo está relacionado de forma negativa con el ciclo de los cuerpos grasos e hígado; en el caso de las hembras, se halló el mismo comportamiento en ambos ciclos. En lo que respecta al tamaño de la camada, éste se obtuvo mediante una correlación de Pearson y, según los datos obtenidos, el tamaño medio de la camada fue de 8.1 crías y un análisis de regresión mostró que existe una relación significativa con la LHC de la hembra, es decir, las hembras de mayor talla aparentemente tienen camadas más grandes. La información obtenida de los análisis estadísticos aplicados para cada objetivo particular, indican que probablemente no existe dimorfismo sexual dentro de los individuos de esta muestra; de igual manera, parece que ambos sexos alcanzan la madurez sexual al mismo tiempo. El ciclo reproductivo de esta población es otoñal y asincrónico, como ocurre en la mayoría de especies vivíparas de montaña; además, tanto los cuerpos grasos como el hígado son vitales para el desarrollo de éste ciclo.

INTRODUCCIÓN

La reproducción es un evento clave dentro del ciclo de vida de los organismos, en el que los individuos muestran un comportamiento diferente al comúnmente mostrado durante las demás etapas de su desarrollo. Es en este proceso, donde se despliegan conductas como el cortejo, que puede incluir fases como la lucha entre los machos por el acceso a las hembras. Esta fase incluye conductas diversas y despliegue de estructuras morfológicas que exhiben durante el cortejo, el apareamiento y en la defensa del territorio. El proceso de obtener un territorio, consiste en disputar con otros individuos del mismo sexo un sitio dentro del ambiente local que asegure el acceso a las hembras, el apareamiento, la fecundación y el desarrollo o incubación de los huevos según sea el caso. Tal acontecimiento generalmente representa para los organismos una actividad extenuante y de gran consumo energético, por lo tanto, el forrajeo es vital y tiende a incrementarse, sobre todo antes y al inicio del periodo reproductivo, para responder positivamente a las necesidades energéticas que esta actividad demanda (Tinkle *et al.*, 1970).

El trabajo clásico de Tinkle *et al.* (1970) es un referente en cuanto al estudio de las variaciones reproductivas existentes, entre diversas especies de lacertilios pertenecientes a diferentes familias, con características ecológicas distintas unas de otras, y con ciclos reproductivos estacionales y no estacionales. Tal recopilación sirve para darnos cuenta de qué tan variadas pueden llegar a ser las estrategias reproductivas de estos organismos. La importancia de éste estudio radica en que, a partir de él, se han generado un gran número de investigaciones, ya sea para robustecer la información existente en cuanto al tema, o bien para probar las hipótesis que estos autores mencionan en su trabajo. En otro orden de ideas cabe hacer mención que, para un mejor entendimiento, el término lacertilio para referirse a lo que comúnmente se conoce como “lagartija”, proviene del lenguaje científico y hace referencia a la forma del cuerpo de estos organismos.

En los reptiles, existen únicamente dos modos de reproducción, ovípara y vivípara, en el caso específico de los lacertilios, ambos tipos de reproducción están presentes y se requiere de ambos sexos para desarrollarlos, también es importante mencionar que algunas especies sincronizan su comportamiento reproductivo con factores ambientales como: el fotoperiodo, la temperatura y la precipitación. A esto se le debe agregar además, los procesos hormonales que

dan la pauta a los cambios fisiológicos que los organismos experimentan una vez llegado el periodo reproductivo. En estos organismos, la actividad reproductiva puede ser sincrónica o asincrónica entre los sexos como consecuencia de la influencia del ambiente y los procesos hormonales (Zug *et al.*, 2001).

En los lacertilios, como en el resto de los organismos que se reproducen sexualmente, el potencial reproductivo de cada especie está delimitado en parte por la historia evolutiva del grupo al que pertenece y por el ambiente local, lo cual se refleja en sus estrategias de historia de vida. La influencia de estos factores es evidente en los diferentes grupos de especies de esta subclase; así pues, existen especies de vida corta que responden a estas condiciones reproduciéndose solamente en una estación, pues su longevidad no permite un número mayor de eventos reproductivos. Por otra parte, los grupos de especies de vida media y larga lo hacen en más de una estación y tal característica puede estar influenciada de igual forma por estos factores. Lo anterior se refiere exclusivamente al número de eventos a los que cada especie puede acceder; sin embargo, el tamaño de la camada también se encuentra influenciado por estos factores y en algunos casos muy puntuales, ésta se encuentra condicionada genéticamente, lo cual es reflejo de la historia evolutiva de las especies que lo presentan (Ramírez-Bautista, 2004).

El estudio de estrategias reproductivas en la subclase Lepidosauria, específicamente en el género *Sceloporus* es bien conocido, especialmente en el complejo *Sceloporus grammicus*. En lo que corresponde a estrategias reproductivas en lacertilios vivíparos de montaña, el grupo *torquatus* es el que cuenta con mayor información, pues especies como *Sceloporus mucronatus*, *S. torquatus* y *S. jarrovi*, por mencionar algunas, han sido muy estudiadas (Méndez de la Cruz *et al.*, 1988; Guillette y Méndez de la Cruz, 1993; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002). Por su parte el grupo *formosus* no se considera un grupo conocido, pues los trabajos de estrategias reproductivas son muy escasos y, en el caso particular de *S. formosus* sólo una población ha sido estudiada (Guillette y Sullivan, 1985). Este trabajo intenta contribuir al conocimiento de la ecología reproductiva de esta especie y, por consecuencia, del grupo al que pertenece.

ANTECEDENTES

Los estudios de historias de vida en lacertilios son relativamente abundantes, los que hacen mención a las características reproductivas se encuentran bien representados en el género *Sceloporus*. Este género representa un buen modelo para realizar estudios de historias de vida por el hecho de ser un grupo que presenta las dos formas de reproducción (ovípara y vivípara), con poblaciones relativamente grandes, tasa de crecimiento rápida, vida corta y larga, con una alta diversidad de especies (80 formas) que presenta el grupo (Sites *et al.*, 1992; Wiens y Reeder, 1997) y a su distribución geográfica, que comprende desde la región sur de Canadá hasta el extremo oeste de Panamá. Como consecuencia de lo anterior, las características morfológicas, ecológicas y etológicas son muy variadas en este grupo de lagartijas, lo cual sirve como fundamento para los estudios de historias de vida. Dentro de este género, una de las especies que mejor se han estado estudiando, pertenece al complejo *Sceloporus grammicus* (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette y Bearce, 1986; Ramírez-Bautista *et al.*, 2004, 2005).

En lo que respecta a la especie *S. formosus* existen pocos trabajos, a excepción de aquellos que hacen referencia a la filogenia del grupo *formosus* en su conjunto (Wiens y Reeder, 1997). Sin embargo, existe un estudio sobre el ciclo reproductivo de una población de esta especie (Guillette y Sullivan, 1985).

Dimorfismo sexual

Una de las características más fácilmente observadas entre la mayoría de los organismos dioicos, es el dimorfismo sexual, el cual consiste en diferencias morfológicas marcadas entre sexos. En el caso de los lacertilios tales diferencias se pueden encontrar principalmente en el tamaño del cuerpo y en otros atributos morfológicos independientes, como el tamaño de la cabeza, largo de la cola, largo de las extremidades anteriores y posteriores, talla y patrones de coloración del abanico gular (en el caso del género *Anolis*), presencia y tamaño de estructuras morfológicas (como cuernos) y patrones de coloración del cuerpo (Vitt, 1983; Vitt y Cooper, 1985; Ramírez-Bautista *et al.*, 2000).

Todas las características antes mencionadas se cree que provienen de un proceso evolutivo encaminado hacia la reproducción, específicamente hacia la búsqueda de pareja o acceso a las hembras en el caso de los machos; por ejemplo, la diferencia en las dimensiones del cuerpo entre individuos del mismo sexo se explica como una respuesta a las presiones ejercidas por una conducta, pues los individuos compiten entre ellos por la selección de pareja o bien luchan por un sitio con características particulares que los hagan más atractivos para las hembras (Vitt, 1983; Shine, 1989).

Talla mínima a la madurez sexual

La talla mínima a la madurez sexual es una característica que varía entre las diferentes especies debido a que cada una posee una historia evolutiva propia; por ejemplo, las especies de vida corta como *Anolis nebulosus*, perteneciente a la familia *Polychrotidae*, alcanzan la madurez sexual a una edad temprana y a una talla menor si se le compara con especies que tienen una mayor longevidad (Ramírez-Bautista, 2004).

Cada grupo de especies alcanza la edad y la talla a la madurez de acuerdo al grupo al que pertenece, por tal motivo aunque existan condiciones de abundancia de alimento, no crecen más allá de su tamaño óptimo, el cual es resultado de la historia evolutiva particular de cada grupo. En estudios de estrategias reproductivas, es importante conocer la longitud hocico-cloaca (LHC) mínima a la madurez sexual, ya que de esta información podemos deducir el efecto que tiene sobre el tamaño de la camada de las hembras (Ramírez-Bautista, 2004). Para éste punto en particular se ha observado que el tamaño del cuerpo de las hembras está correlacionado con el número de huevos, embriones o crías, como sucede con *Sceloporus torquatus* (Guillette y Méndez de la Cruz, 1993), y *S. jarrovi* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002).

Ciclos reproductivos

Los ciclos reproductivos para los lacertilios, comienzan desde el momento en que se lleva a cabo la gameto génesis hasta el desarrollo o incubación de los huevos, pasando por etapas como el cortejo, la territorialidad, el apareamiento y la fecundación (Tinkle *et al.*, 1970). Disponen de

una gran variedad de patrones reproductivos, dentro de los cuales sobresalen por su frecuencia al menos tres tipos: estacionales, continuos y discontinuos.

Ciclos estacionales

Los ciclos estacionales son aquellos en que los organismos realizan toda su actividad reproductiva dentro de una estación determinada del año. Los ejemplos más comunes son los ciclos reproductivos primaverales, que son característicos de lacertilios que habitan zonas templadas, en el que los machos y las hembras presentan la gameto génesis durante la primavera y el verano con ciclos sincronizados; éste patrón es predominante principalmente en especies ovíparas y en menor proporción en vivíparas (Fitch, 1970). En contraste, un gran número de especies vivíparas de ambiente templado de montaña, presentan actividad reproductiva otoñal, con ciclos asincrónicos entre los machos y las hembras, en los cuales, la gameto génesis, el cortejo y el apareamiento ocurren en el otoño, el desarrollo embrionario durante el invierno y el nacimiento de las crías en la primavera siguiente (Goldberg, 1971; Guillette, 1983). La explicación a este patrón puede atribuirse a que ambos sexos responden de manera diferente a las condiciones del ambiente y, por lo tanto, su actividad reproductiva se encuentra desfasada entre sexos (Guillette y Casas-Andreu, 1980).

Ciclos continuos

Existen algunas especies que presentan actividad reproductiva continua, es decir, se reproducen en todo el año, generalmente llevan a cabo más de dos eventos con puestas de tamaño pequeño, las especies que presentan éste tipo de actividad se les conoce como tropicales no estacionales (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). Este tipo de ciclos es característico de especies que habitan en los trópicos con condiciones ambientales estables; es decir, en sitios donde las condiciones del ambiente son poco cambiantes durante el año. Un número considerable de especies que viven en estos ambientes son reproductoras continuas, como por ejemplo, algunas especies del género *Anolis* y algunas otras como *Ameiva ameiva* y *Phyllodactylus lanei* (Fitch, 1970; Manríquez-Morán, 1995; Ramírez-Sandoval *et al.*, 2006).

Ciclos discontinuos

La actividad reproductiva discontinua se presenta en mayor proporción en especies que habitan en sitios donde las condiciones ambientales son fluctuantes o drásticas, las cuales presentan actividad gonadal alternada con periodos de quiescencia generalmente anuales o, en algunos casos, bianuales (Guillette, 1983). Un ejemplo de éste comportamiento reproductivo se presenta en *Barisia monticola* (Manríquez-Morán, 1995).

Ciclo de los cuerpos grasos

La energía es vital para desarrollar un sin número de conductas y actividades, por ejemplo, la reproducción. En los reptiles la energía se encuentra almacenada en forma de cuerpos grasos. Se pueden localizar como un par de masas de grasa cubiertas por una membrana, las cuales crecen ventrolateralmente hacia la parte anterior del cuerpo de los organismos y las cuales están presentes durante toda la vida (Méndez de la Cruz y Villagran, 1983). El éxito en el forrajeo tiene implicaciones directas en el peso y volumen de los cuerpos grasos, es decir, entre mayor sea el éxito del forrajeo y la disponibilidad de alimentos, la masa de los cuerpos grasos incrementa de forma simultánea (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004). La energía acumulada en forma de cuerpos grasos es utilizada en el crecimiento, la regeneración de tejidos, el forrajeo, termorregulación, supervivencia y reproducción, entre otras cosas (Ballinger, 1977). La forma en que esto sucede es mediante los lípidos concentrados en los cuerpos grasos, los cuales son transferidos a la masa del hígado para apoyar el proceso metabólico de las lagartijas (Selcer, 1987).

Durante la reproducción, en el caso de las hembras, se cree que la energía almacenada en forma de cuerpos grasos es utilizada para el desarrollo de la vitelogénesis (en la producción de folículos vitelo génicos), la nutrición en invierno y en el desarrollo de los huevos o embriones (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998). En los machos se piensa que utilizan parte de esta energía para el inicio del desarrollo testicular, la producción de espermatozoides, la defensa del territorio, el cortejo, el apareamiento y la nutrición en el invierno (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002); otra porción de la energía la asignan a diversas actividades, como la reparación de tejidos y escape a los depredadores (Vitt y Price, 1982).

La acumulación de cuerpos grasos se incrementa principalmente antes de la estación reproductiva con el propósito de cubrir las necesidades energéticas que la reproducción demanda. En muchas especies es clara la disminución de la masa de los cuerpos grasos en este periodo. Se ha comparado que en estudios de ecología reproductiva de lacertilios, el ciclo de los cuerpos grasos es indicativo del patrón reproductivo de las especies (Derickson, 1976). Los patrones en la utilización de los cuerpos grasos han sido descritos en algunas especies de ambientes tropicales y templados. Por ejemplo, *Anolis nebulosus* (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997) y *S. jarrovi* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002), en los que la actividad reproductiva se relaciona con el decremento en la masa de los cuerpos grasos e hígado (Goldberg, 1972; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002)

Fuera del contexto reproductivo, la masa de los cuerpos grasos es empleada generalmente en situaciones de adversidad, es decir, cuando la cantidad de alimento conseguido no logra cubrir el requerimiento energético necesario para las actividades realizadas por los organismos; entonces es necesario utilizar la energía almacenada en forma de cuerpos grasos para cubrir sus necesidades energéticas, como consecuencia de este proceso, el volumen de los cuerpos grasos va disminuyendo conforme aumenta la utilización de la energía almacenada (Derickson, 1976).

Ciclo del hígado

El hígado es vital en el proceso metabólico, éste es un órgano de almacenamiento para el glucógeno, es el centro de producción de proteínas plasmáticas, sitio donde se lleva a cabo la síntesis de proteínas y donde se modifica la composición de los lípidos, carbohidratos y aminoácidos (Selcer, 1987). En muchos organismos pero en particular en los lacertilios, el hígado es una fuente importante de energía, en éste órgano se almacena parte de la energía obtenida mediante el forrajeo en forma de lípidos. Observaciones realizadas con anterioridad han demostrado que la masa del hígado se incrementa justo antes de la estación reproductiva (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004).

Generalmente, se sabe que el ciclo del hígado se comporta de manera inversa al ciclo folicular y testicular, es decir, conforme el volumen o masa de las gónadas aumenta, la masa del hígado disminuye de una manera proporcional (Goldberg, 1971); como por ejemplo en *A.*

nebulosus (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997), *U. bicarinatus* (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998), *S. jarrovii* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002). Durante la fase reproductiva de las hembras, el hígado es el encargado de transferir carbohidratos a los folículos vitelo génicos, huevos o embriones para su óptimo desarrollo (Selcer, 1992). En lo que se refiere a los machos, el hígado junto con los cuerpos grasos se encarga de iniciar el desarrollo testicular, producir esperma y, es fuente de energía para realizar la defensa del territorio, el cortejo y el apareamiento (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002).

En algunos casos se ha encontrado, tanto en especies ovíparas como vivíparas, que el pico máximo de la masa del hígado se presenta cuando la masa de los cuerpos grasos ha disminuido; esto puede ser un precedente del momento en que éste órgano inicia la síntesis de lípidos para intervenir en el desarrollo gonádico de ambos sexos, con la aportación energética producto de la síntesis en aquellas especies que requieren de la energía acumulada en el hígado (Selcer, 1992; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002).

Por otra parte, los patrones del ciclo del hígado pueden variar entre y dentro de especies (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002), pues en algunas poblaciones de *S. grammicus* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004, 2005), se ha observado un comportamiento contrario a lo comúnmente visto para especies vivíparas de montaña, es decir, aparentemente no emplean cantidades importantes de energía acumulada en el hígado; de tal manera que, en el periodo de mayor actividad reproductiva, los niveles en la masa del hígado se mantienen altos. Éste patrón es diferente al de otras poblaciones de la misma especie y de especies diferentes (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Ramírez-Bautista y Olvera-Becerril, 2004).

Tamaño de la camada

En las lagartijas, el tamaño de la camada parece estar relacionado directamente con la adecuación parental, es decir, la adopción de estrategias con la finalidad de procurar a la progenie. Dentro de dichas estrategias se encuentra la viviparidad (Guillette, 1983); este comportamiento limita la fecundidad o el potencial reproductivo, pues si el embrión se desarrolla dentro del cuerpo de la hembra por un tiempo prolongado, invariablemente limita el tamaño de la camada. Por otra parte, la ventaja que brinda la viviparidad, es que la cría tiene mayores

posibilidades de supervivencia (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002); debido al éxito que representa el cuidado parental en la supervivencia de la descendencia, algunas especies ovíparas también han desarrollado estrategias, por ejemplo, dentro del grupo de los gekónidos, algunas especies ponen sus huevos en nidos comunes, los cuales son cubiertos por el cuerpo de los padres hasta el momento en que las crías emergen; de esta forma se aseguran de una mayor supervivencia para sus crías (Ramírez-Sandoval *et al.*, 2006).

En lo que se refiere particularmente al género *Sceloporus*, el tamaño de la camada ha evolucionado también con relación al tamaño del cuerpo, forma y uso del hábitat (Tinkle *et al.*, 1970; Vitt y Price, 1982), pues en el caso de especies vivíparas de montaña como *Sceloporus dugesii*, el tamaño de la camada es menor, comparado con las demás especies que conforman el grupo *torquatus*, debido probablemente a sus hábitos saxícolas, los cuales no le permiten desarrollar un cuerpo robusto y por tanto un tamaño de camada grande. Éste es un ejemplo de la influencia del uso del hábitat en el tamaño de la camada; otro factor que puede intervenir en el tamaño de la camada de esta especie puede ser la filogenia, pues se han encontrado especies vivíparas dentro del grupo *torquatus* con camadas más pequeñas en comparación con especies vivíparas de otros grupos del mismo género (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002).

A la fecha se han realizado algunos estudios, para demostrar el efecto del tamaño del cuerpo en el tamaño de la camada dentro del género, los cuales sugieren que, las especies de talla pequeña, con una forma del cuerpo que restringe el tamaño de la camada, tienen camadas pequeñas, mientras que las especies de tallas mayores y con una forma corporal que no limita el tamaño de la camada, tienen camadas más grandes (Ramírez-Bautista, 2004). También es importante mencionar la influencia directa que tiene en uso del hábitat en la forma del cuerpo de los lacertilios; un ejemplo de esto se presenta en la lagartija *Phyllodactylus lanei*, que, además de ser arborícola, ha invadido las grietas de rocas, rendijas de las viviendas y usa, en su medio natural, la corteza seca de los árboles. Tal comportamiento ha tenido repercusiones morfológicas, en la especie, pues presenta el cuerpo aplanado dorsoventralmente, modificación que se cree le permite una mejor adaptación a las nuevas condiciones de su ambiente, pero en contraparte, limita el tamaño de la puesta (Ramírez-Bautista, 2004).

ANTECEDENTES DE LA ESPECIE

La especie *Sceloporus formosus* fue descrita por Wiegmann en el año de 1834 (Smith, 1939). Esta especie pertenece al grupo *formosus* de la familia Phrynosomatidae, en la que también se encuentran las especies *S. acanthinus*, *S. adleri*, *S. cryptus*, *S. internasalis*, *S. lunaei*, *S. malachiticus*, *S. salvini*, *S. smaragdinus*, *S. stejnegeri*, *S. subpictus*, *S. taenocnemis* y *S. tanneri*. En la actualidad su estado taxonómico es el siguiente (Wiens y Reeder, 1997):

Reino: Animalia
Phylum: Chordata
Clase: Reptilia
Subclase: Lepidosauria
Orden: Squamata
Familia: Phrynosomatidae
Género: <i>Sceloporus</i>
Especie: <i>formosus</i>

Descripción de la especie

Las especies del grupo *formosus* se distinguen por presentar una talla moderadamente grande; las especies de mayor tamaño alcanzan una longitud hocico cloaca (LHC) de 95 mm en promedio, mientras las mas pequeñas 81 mm. Específicamente *S. formosus* presenta una LHC máxima de 88 mm y se caracteriza por tener un par de manchas negras en los hombros, 34 escamas dorsales en promedio, 46 ventrales y 39 escamas alrededor del cuerpo, 16 poros femorales; en la cabeza, presenta el área internasal cubierta por escamas relativamente grandes generalmente dispuestas en uno, dos o tres pares, las supraoculares son pequeños (Smith, 1939).

La coloración de los machos es iridiscente en tonalidades verdes y azul olivo en la superficie dorsal, con la prominente mancha negra en cada uno de los hombros (tal como se muestra en la Figura 1), en la región ventral, presenta una banda azul cobalto a cada uno de los lados bordeada por una banda negra (Figura 2); por su parte, las hembras en la región dorsal

tienen una coloración café, las manchas negras en los hombros son más angostas que en los machos, la región ventral se encuentra immaculada (Figura 3), salvo en algunas excepciones en las que los organismos que presentan una coloración azul bastante tenue (Smith, 1939).



Figura 1. *Sceloporus formosus* (macho) del estado de Oaxaca.



Figura 2. Macho *S. formosus* en Posición ventral, se puede observar el patrón de coloración característico de los machos.



Figura 3. Hembra *S. formosus* en posición ventral.

Distribución geográfica

La distribución de la especie *S. formosus* en territorio nacional abarca principalmente las zonas montañosas de la región sur de México, en lo que corresponde a los estados de Guerrero, Oaxaca, Puebla y Veracruz, a altitudes que van desde los 1,500 hasta los 3,000 m.s.n.m, en sitios donde se presenta un tipo de vegetación de bosque templado de pino y bosque mesófilo de montaña (Smith y Taylor, 1966; Figura 4).

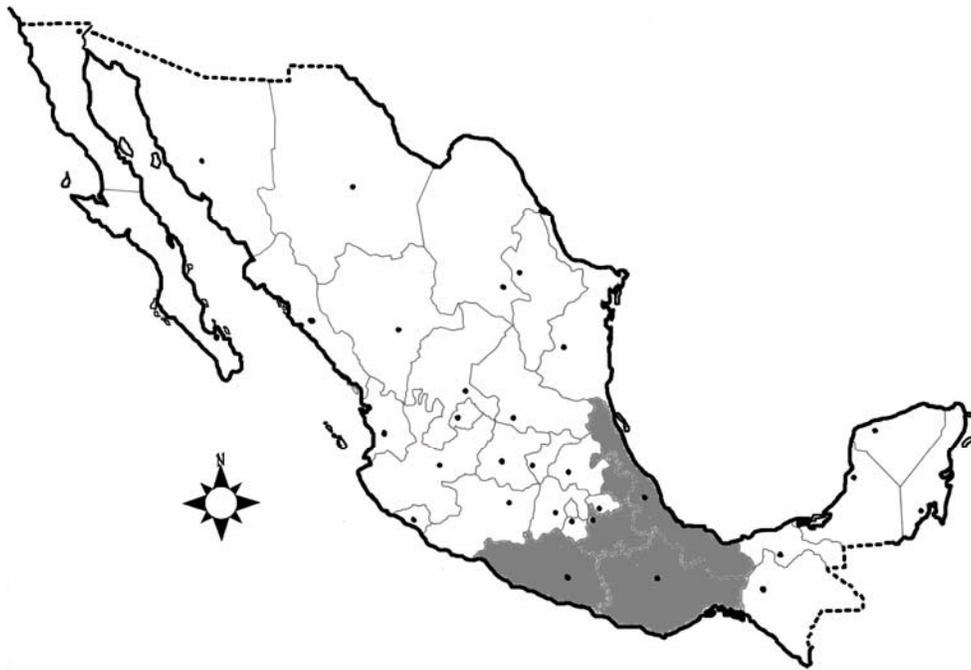


Figura 4. Distribución de la especie *S. formosus* en México, abarca los estados de Guerrero, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1. Localización geográfica

La población de individuos de *S. formosus* utilizada para este estudio proviene de una localidad de la región centro de Oaxaca ($17^{\circ}06' N - 96^{\circ}40' O$) a una altitud aproximada de 1,710 m.s.n.m. Esta zona se ubica en la región de los Valles Centrales, donde se encuentran los Municipios de San Pablo Etla, San Andrés Huayapam, Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca de Juárez (Capital del Estado), San Agustín Yatareni y Tlaxiactac de Cabrera (INEGI, 2005); (Figura 5).

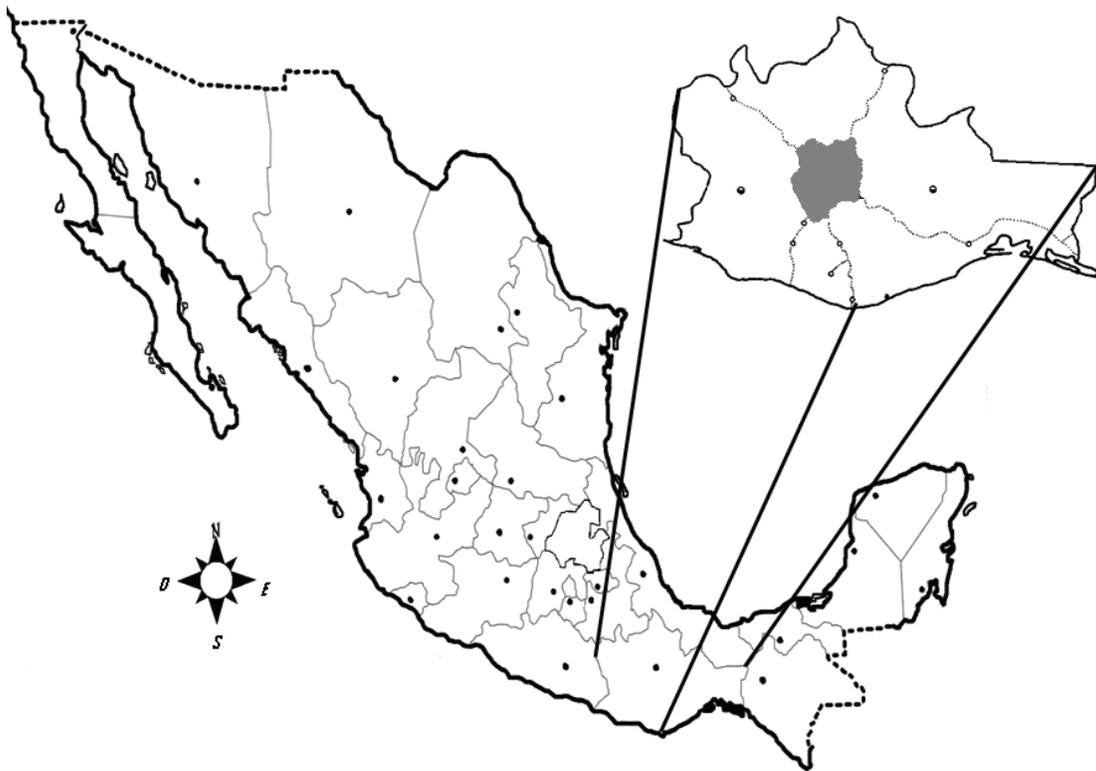


Figura 5. En el mapa se muestra la ubicación de la región central del estado de Oaxaca de donde provienen los ejemplares de la especie *S. formosus* utilizados para este estudio.

2. Aspectos físicos y tipo de vegetación

La zona de estudio se localiza en una región de Valles, cuya característica principal es que la mayoría del territorio del Municipio es atravesada por una cadena montañosa que le provee ambientes de diferentes tipos. En algunas zonas presenta vegetación de matorral, pero en su mayoría, principalmente en las zonas montañosas, predomina la vegetación de bosque templado (Rzedowski, 1978). El clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano (García, 1981), la precipitación pluvial alcanza una cifra anual que va de los 800 a los 1000 mm, la temperatura media anual oscila entre los 12 y 16°C en las zonas más altas y entre 18 y 22°C en los valles (SEGOB, 1988); (Figura 6).



Figura 6. Bosque templado (pino-encino) del centro de Oaxaca, de donde provienen los ejemplares de *S. formosus* utilizados en este estudio.

HIPÓTESIS

La mayoría de las especies de montaña son vivíparas, con reproducción otoñal y ciclos asincrónicos entre los sexos, por lo tanto, se esperaría que *Sceloporus formosus* presente las mismas características reproductivas que aquellas especies que habitan ambientes similares.

OBJETIVOS

- **Objetivo general**

Analizar algunas características reproductivas de los machos y de las hembras de la lagartija vivípara *Sceloporus formosus* de una localidad en la región centro de Oaxaca, México.

- **Objetivos particulares.**

1. Determinar si existe dimorfismo sexual entre los machos y las hembras en la longitud hocico-cloaca (LHC), largo (LC) y ancho de la cabeza (AC), largo de la tibia (LT) y largo del antebrazo (LA).
2. Determinar la LHC mínima a la madurez sexual en los machos y en las hembras.
3. Describir algunos aspectos del ciclo reproductivo de ambos sexos.
4. Describir algunos aspectos del ciclo de los cuerpos grasos e hígado de los machos y las hembras; así como su posible relación con la reproducción.
5. Determinar si el tamaño de la camada está relacionado con la LHC de la hembra.

MATERIAL Y MÉTODO

La población de individuos de la especie *S. formosus* objeto de este estudio, se encuentra representada en una base de datos conformada por 161 registros (ver apéndice) provenientes de colectas realizadas en la región central del estado de Oaxaca. Dichos ejemplares se encuentran depositados en la Colección de Herpetología del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias (MZFC) y en la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR) del Instituto de Biología, ambas de la Universidad Nacional Autónoma de México. El tamaño de la muestra es de 60 hembras y de 55 machos, los 46 individuos restantes corresponden a organismos juveniles y crías. Los organismos se encuentran conservados en alcohol al 70%, y resguardados en las colecciones antes mencionadas.

Trabajo de laboratorio

1. Tanto a las hembras como a los machos se les midió la longitud hocico-cloaca (LHC) en mm, con un vernier graduado a 0.1 mm, el peso del cuerpo (en gramos) con una balanza marca Pesola. A cada organismo se le tomó la medida de las estructuras morfológicas de ancho de la cabeza (AC), largo de la cabeza (LC), largo de la tibia (T) y largo del antebrazo (A) de acuerdo a Ramírez-Bautista *et al.* (2002). Estas estructuras morfológicas se usaron para compararlas entre la de los machos y las de las hembras para determinar si existe o no dimorfismo sexual y hacia donde se sesga (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000).

2. Para conocer la talla mínima a la madurez sexual, se utilizaron las medidas de la LHC; en el caso de las hembras, el ejemplar con la menor LHC, que presentó folículos en desarrollo o embriones en el oviducto fue considerada como la talla mínima a la madurez sexual. Estos datos se obtuvieron removiendo los folículos vitelogénicos (FV) o bien los embriones, así también se contaron los folículos no vitelogénicos (FNV). Estas clases de huevos se les midió el ancho y largo, así como el peso de cada uno con la ayuda de una balanza analítica (0.0001g). En los machos, el más pequeño en LHC que presentó testículos agrandados y epidídimo extendido fue considerado como la talla mínima a la madurez sexual (Goldberg y Lowe, 1966). A los testículos les fue medido el largo y ancho y se procedió a tomar el peso de los mismos (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002).

3. Los ciclos reproductivos de los machos y de las hembras pueden ser inferidos por medio de las variaciones, del volumen o el peso de las gónadas (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002). En el caso del volumen, se usó el largo por ancho de las gónadas, el cual se calculó usando la fórmula para el volumen de una elipsoide: $V = 4/3\pi a^2 b$, donde a es la mitad del diámetro más corto y b es la mitad del diámetro más largo. El segundo método para conocer la actividad reproductiva (ciclos reproductivos) de los machos y de las hembras, es con el peso de las gónadas, que se obtiene empleando una balanza analítica (0.0001g). Además, para analizar el ciclo reproductivo de las hembras se consideró la posibilidad de determinar la presencia de alguna de las tres fases de la actividad de los gametos (modificado por Vitt, 1986; Ramírez-Bautista y Pardo-De la Rosa, 2002).

Fase 1.- No activos reproductivamente: las hembras presentan folículos no vitelo génicos (FNV) en el ovario, de color blanquecino, lo que indica la ausencia de sustancias nutritivas o vitelo.

Fase 2.- En actividad reproductiva: las hembras presentan folículos vitelo génicos (FV) en el ovario de color amarillento, lo que indica la presencia de sustancias nutritivas o vitelo para completar el proceso de vitelogénesis.

Fase 3.- Máxima actividad reproductiva: presenta embriones (E), de forma ovoide y regular. En las hembras se registró el número y peso en gramos de los folículos no vitelo génicos (FNV), folículos vitelo génicos (FV) y embriones (E).

4. Las gónadas, cuerpos grasos e hígado de los machos y de las hembras fueron removidos del cuerpo de cada organismo y pesados en una balanza analítica (0.0001g). Debido a que la masa o volumen de las gónadas (testículo y folículos), masa del hígado y cuerpos grasos pueden variar con la LHC de las lagartijas, primero se hizo una regresión de la masa o volumen de las gónadas, del hígado y de los cuerpos grasos (transformados en \log_{10}) contra la LHC de los machos y las hembras (transformada a \log_{10}) las primeras como variables dependientes y la segunda como variable independiente (Schulte-Hostedde *et al.*, 2005). La transformación a \log_{10} es con la finalidad de normalizar los datos y eliminar la influencia de la LHC sobre las demás variables. Si las regresiones resultan significativas, indican que la LHC tiene una relación con las variables de

volumen o peso de las gónadas, hígado y de los cuerpos grasos. De las regresiones significativas, se calcularon los residuales de la regresión de la masa o volumen del órgano sobre la LHC para tener las variables ajustadas a la LHC (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002). Estos residuales se analizaron por medio de una ANOVA con el mes como factor para determinar si existen variaciones significativas entre los meses (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002); sin embargo, con la finalidad de dar una mejor interpretación biológica, los ciclos reproductivos, del hígado y de los cuerpos grasos (figuras) se presentan considerando los valores reales (no transformados) de los datos para ambos sexos.

5. Para determinar si el tamaño de la camada está relacionado con la LHC, a cada hembra se le contó el número de folículos (FNV, FV y H) en cada lado (ovario o útero) del cuerpo. El tamaño medio de la camada se consideró sólo con los FV o embriones como variable dependiente y la LHC como variable independiente y se determinó mediante una correlación de Pearson. Sin embargo, si el tamaño medio de los FV difiere del tamaño medio de la camada considerando los embriones, entonces se toman por separado, pero si no existe diferencia entre ambos grupos, se consideran ambas clases de huevos (juntos) como el tamaño medio de la camada.

6. Para conocer las diferencias entre los meses en los ciclos reproductivos, cuerpos grasos e hígado, el siguiente paso fue aplicar la prueba de ANOVA, tomando como efecto el mes para calcular diferencias entre los meses del año. Para determinar las diferencias, se aplicó una prueba de Bonferroni que mostró si existen o no diferencias entre los meses (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002).

Análisis Estadísticos

En este estudio, las medias de los datos se presentan con ± 1 error estándar, o a menos que se indique otra cosa. Todos los análisis estadísticos se realizaron usando el programa StatView IV (Abacus Concepts, Inc., Berkeley, CA, 1992).

RESULTADOS

1. Dimorfismo sexual

Las hembras de *S. formosus* sexualmente maduras presentaron una longitud hocico-cloaca (LHC) dentro de un rango de 50–79 mm ($\bar{x} = 64.76 \pm 0.1$, $n = 60$); los machos sexualmente maduros tienen una LHC de 47–81 mm ($\bar{x} = 64.8 \pm 1.4$, $n = 55$). No existe diferencia significativa entre ambos sexos en lo que se refiere a la LHC (Mann-Whitney, $Z = -0.143$, $P = 0.8864$).

En lo que respecta a las demás medidas morfométricas, se encontró que el LC ($\bar{x} = 16.75 \pm 0.4$ mm), AC ($\bar{x} = 14 \pm 0.3$ mm), A ($\bar{x} = 11.15 \pm 0.24$ mm) y T ($\bar{x} = 15.05 \pm 0.32$ mm) de los machos fue similar al de las hembras LC ($\bar{x} = 16.15 \pm 0.34$ mm), AC ($\bar{x} = 13.5 \pm 0.23$ mm), A ($\bar{x} = 10.9 \pm 0.2$ mm) y T ($\bar{x} = 14.4 \pm 0.2$ mm; Mann-Whitney, $Z = 1.76$, $P > 0.05$), Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores medios con error estándar de las características morfológicas de machos y hembras de *S. formosus*, donde no se encuentran diferencias significativas.

	LC (mm)	AC (mm)	A (mm)	T (mm)
Machos	16.75 ± 0.4	14 ± 0.3	11.15 ± 0.24	15.05 ± 0.32
Hembras	16.15 ± 0.34	13.5 ± 0.23	10.9 ± 0.2	14.4 ± 0.2
	$P > 0.05$	$P > 0.05$	$P > 0.05$	$P > 0.05$

2. Longitud hocico cloaca (LHC) mínima a la madurez sexual

La LHC mínima a la madurez sexual de ambos sexos indica que los machos alcanzan la madurez sexual a los 47 mm, y las hembras a los 50 mm. La LHC media de los machos sexualmente maduros fue de 64.8 ± 1.4 mm (47–81 mm), mientras que en las hembras fue de 64.76 ± 1.1 mm (50–79 mm). Por lo tanto, no hay diferencias significativas.

3. Ciclo reproductivo

Machos

El análisis de regresión mostró una relación significativa entre \log_{10} LHC y \log_{10} masa testicular ($r^2 = 3.80$, $F = 32.45$, $P < .0001$). Una ANOVA sobre los residuales de la regresión reveló efecto de mes sobre la masa de los testículos ($F_{9, 45} = 5.07$, $P < 0001$). En los meses de marzo a junio, la actividad testicular es mayor y posteriormente va decreciendo significativamente entre el mes de septiembre y de octubre (Figura 7).

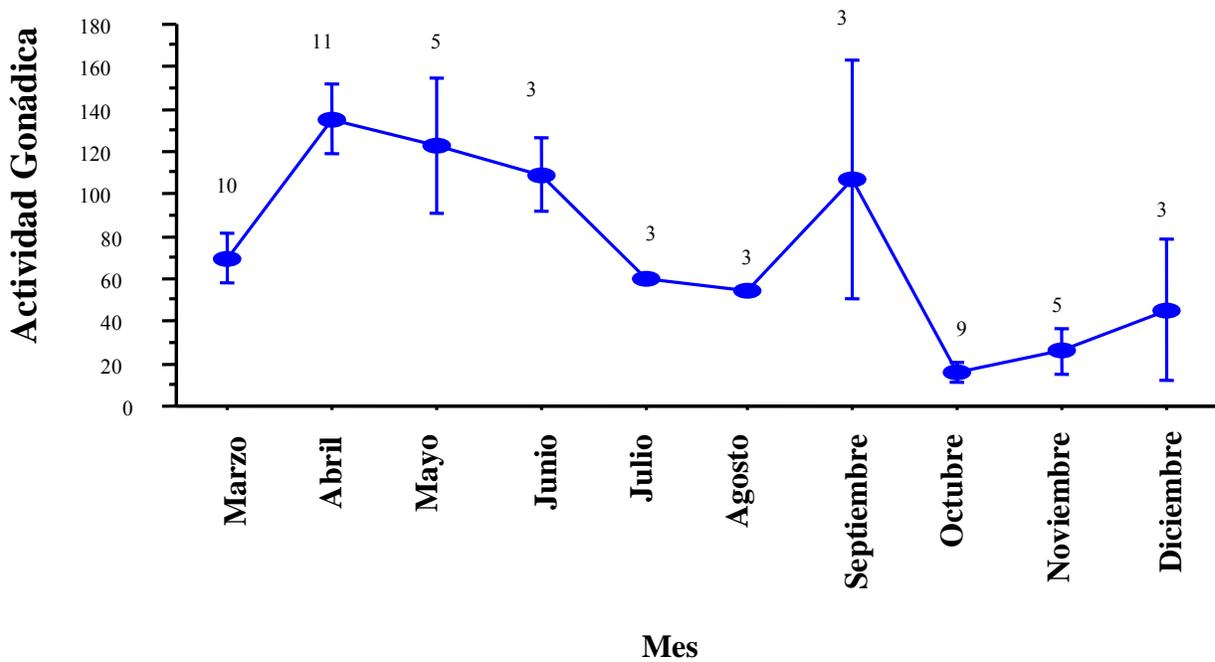


Figura 7. Ciclo testicular de los machos de *S. formosus* donde se indica la actividad testicular y sus diferencias en cada uno de los meses. Las barras representan el error estándar y los números dentro de la grafica indican el tamaño de muestra para cada mes.

Hembras

Se encontró que existe una relación significativa entre la masa gonádica y la LHC ($r^2 = 0.286$, $F = 23.21$, $P < 0001$). Una ANOVA reveló que no existe diferencia significativa entre los meses con relación al peso de las gónadas ($F_{8, 51} = 1.58$, $P = 0.1514$). Considerando el promedio mensual del peso de las gónadas, se encontró que la vitelogénesis comienza de junio a agosto, la ovulación durante octubre y noviembre, la mayor actividad gonádica se presentó en los meses de marzo y abril del siguiente año, cuando ocurren los nacimientos (Figura 8).

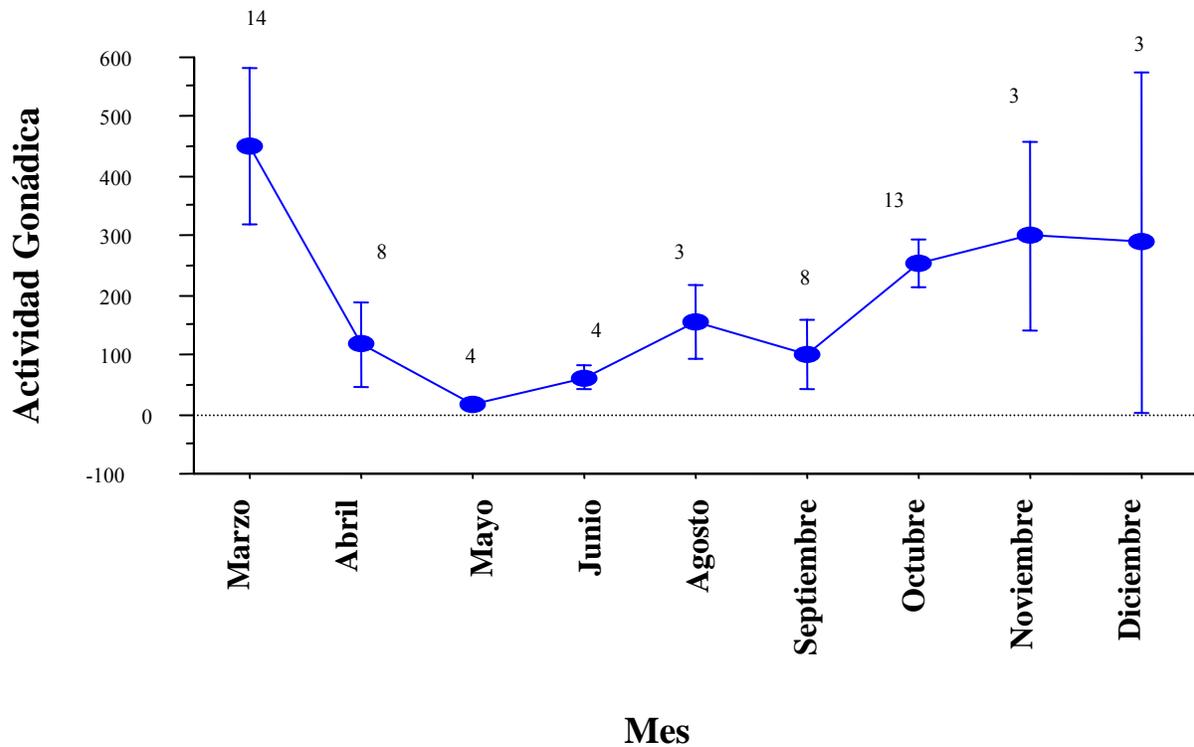


Figura 8. Ciclo reproductivo de las hembras de *S. formosus* donde se muestra la actividad gonádica durante cada uno de los meses del año.

4. Ciclo de los cuerpos grasos

Machos

El análisis de regresión lineal indicó que no existe relación significativa entre la masa de los cuerpos grasos y la LHC de los machos ($r^2 = 0.058$, $F = 3.273$, $P > 0.05$). Una ANOVA mostró que no hay diferencias significativas entre los meses ($F_{9, 45} = 1.236$, $P = 0.2978$) (Figura 9).

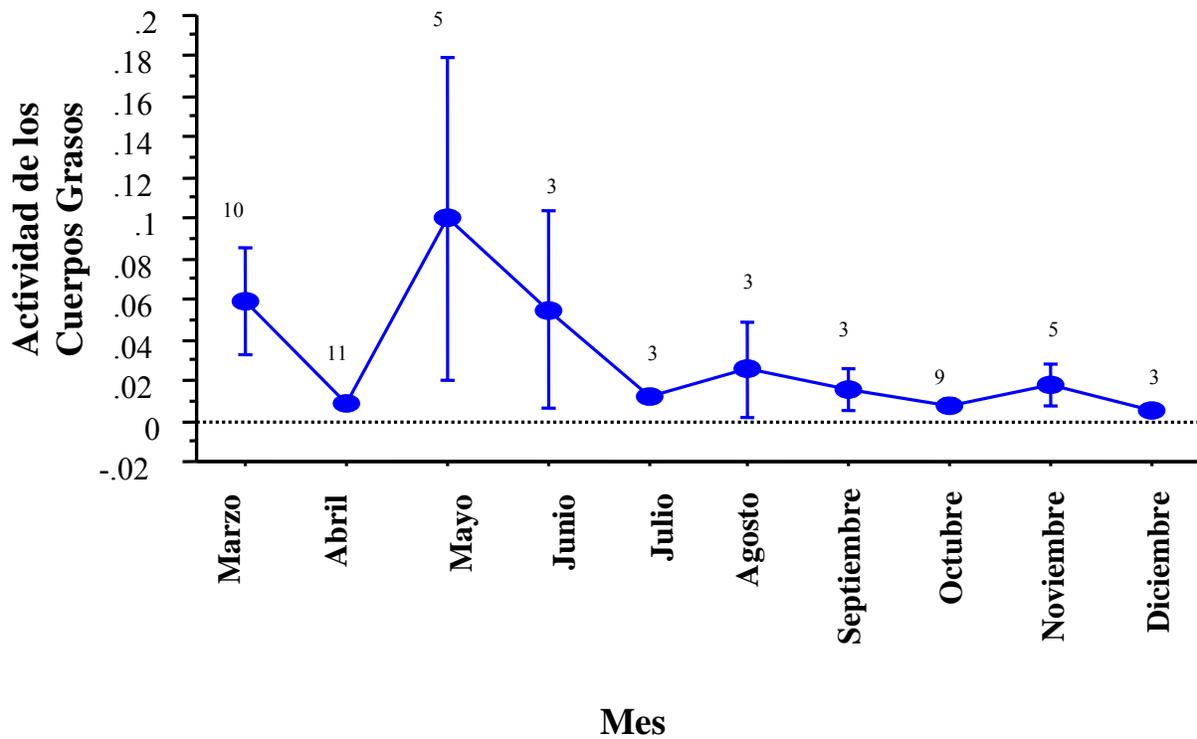


Figura 9. Ciclo de los cuerpos grasos de los machos de *S. formosus*.

Hembras

La regresión lineal simple demostró que no existe relación significativa entre la masa de los cuerpos grasos y la LHC de las hembras ($r^2 = 0.052$, $F = 3.159$, $P > 0.05$). Una ANOVA mostró que existe una diferencia significativa entre los meses ($F_{8,51} = 7.838$, $P < 0.0001$). (Figura 10).

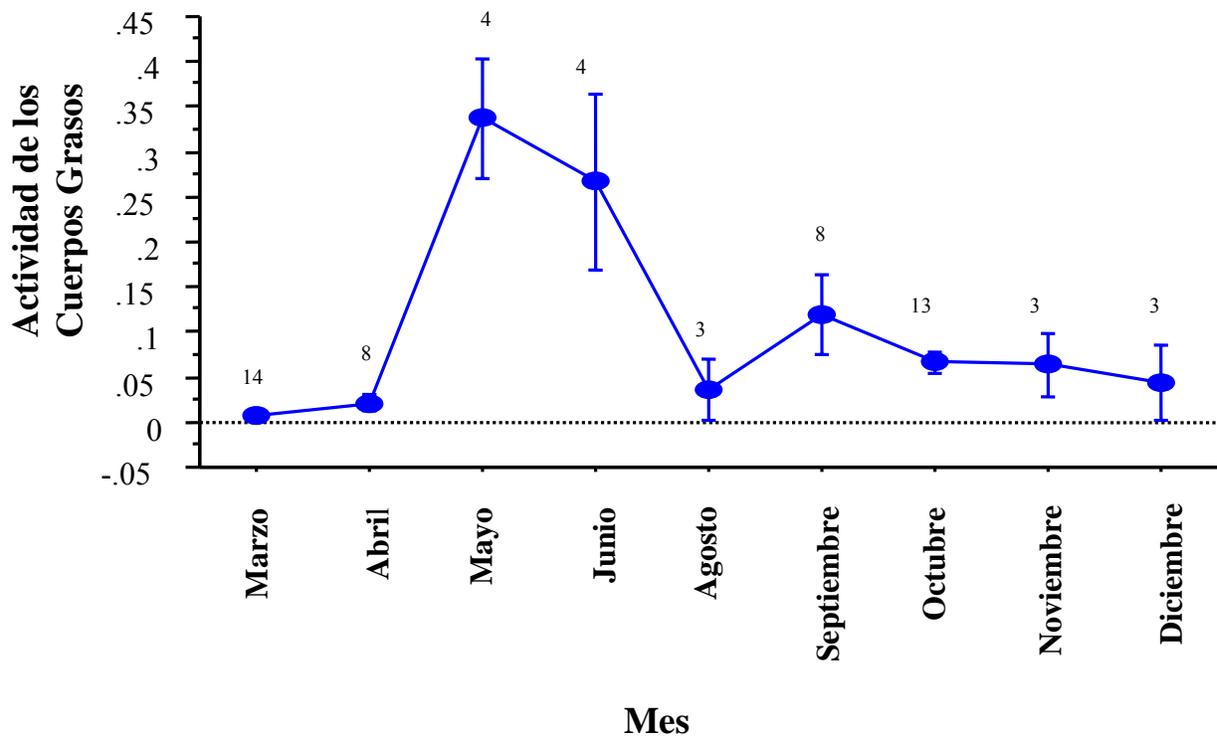


Figura 10. Ciclo de la masa de los cuerpos grasos de las hembras de *S. formosus*, donde se pueden observar las variaciones entre los meses.

5. Ciclo del Hígado

Machos

Para el análisis del ciclo del hígado se realizó una regresión lineal simple entre la masa del hígado y la LHC de los machos, el cual mostró que existe una relación significativa ($r^2 = 0.491$, $F = 51.072$, $P < 0.0001$). Al aplicar una prueba de ANOVA, se encontró que no existe diferencia significativa entre los meses en los cambios de la masa del hígado ($F_{9, 45} = 1.833$, $P = .0883$; Figura 11).

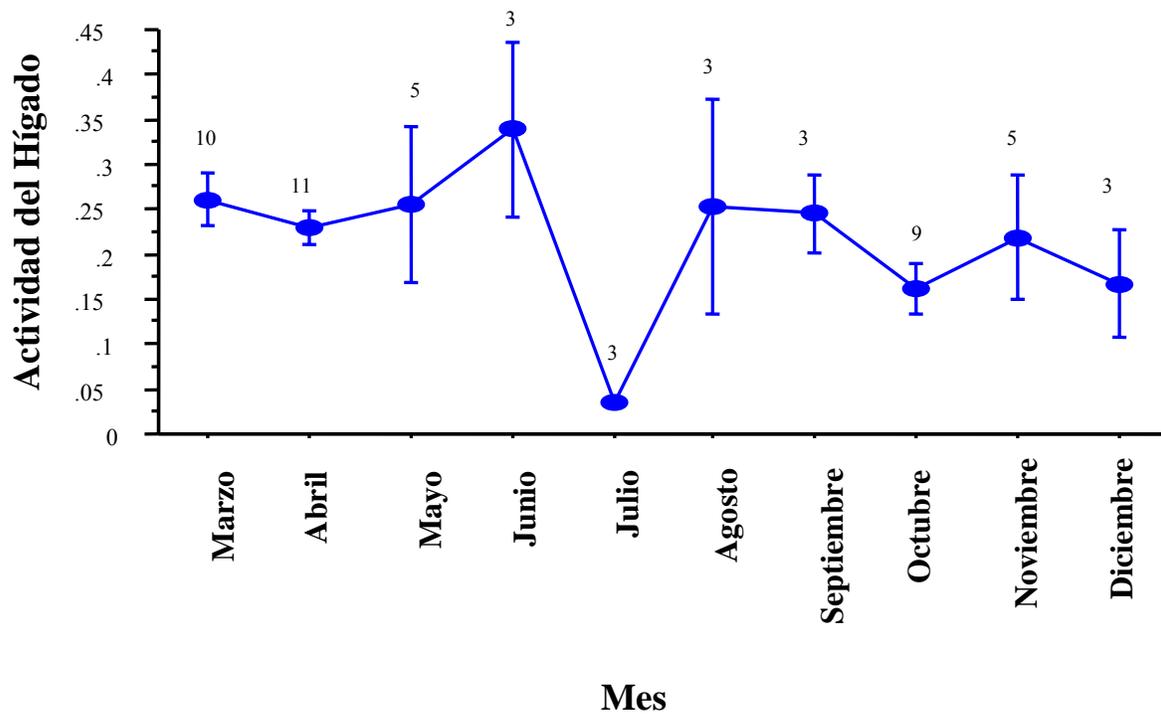


Figura 11. Ciclo del hígado para los machos de *S. formosus* de la población del centro de Oaxaca, donde se observan las diferencias entre los meses del año.

Hembras

La regresión lineal simple realizada entre la masa del hígado y la LHC de las hembras, demostró que existe una relación significativa ($r^2 = 0.335$ $F = 29.214$, $P < 0.0001$). Posteriormente al aplicar una ANOVA, se halló que no existe diferencia significativa entre los meses en los cambios de la masa del hígado ($F_{8, 51} = 1.549$, $P = 0.1638$; Figura 12).

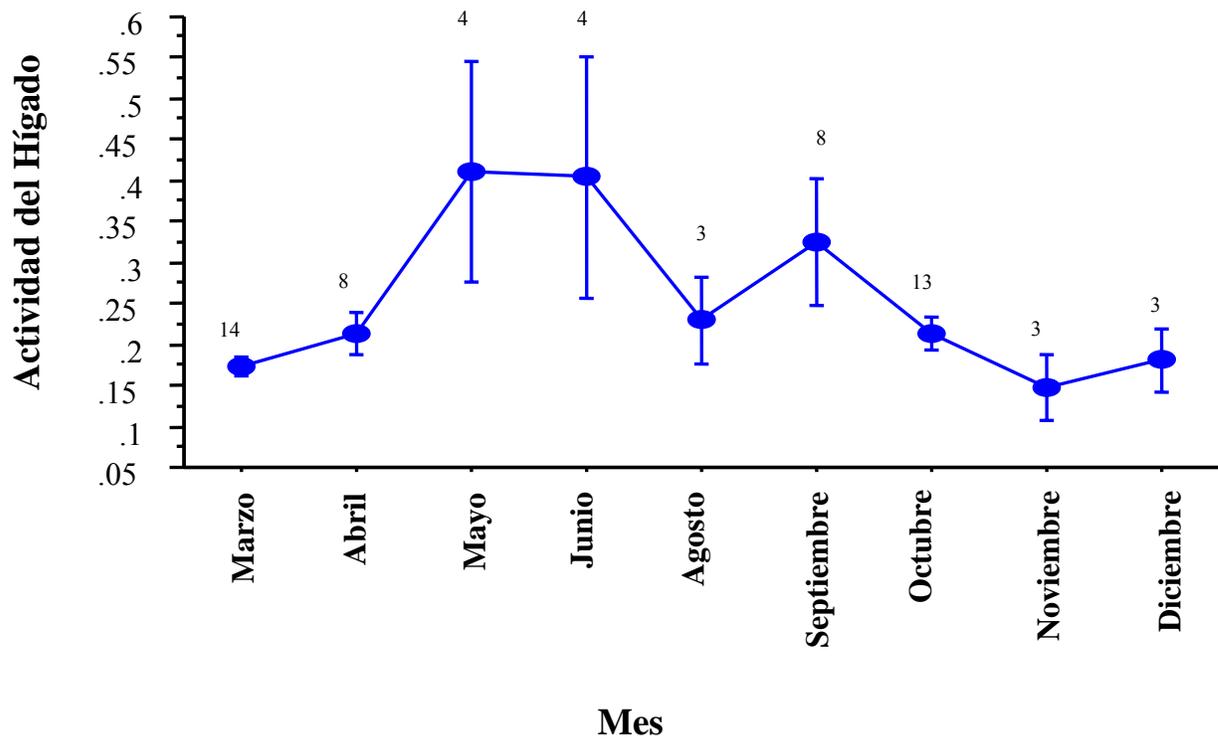


Figura 12. Ciclo de la masa del hígado de las hembras de *S. formosus*.

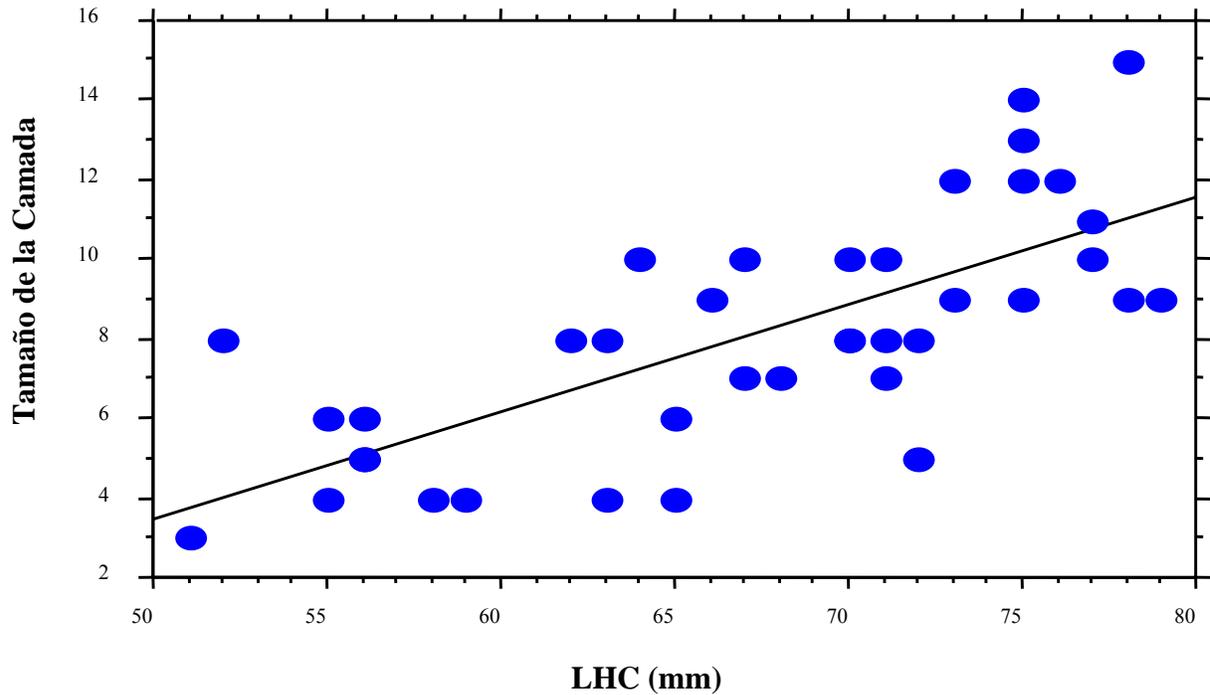
6. Tamaño de la camada

El tamaño medio de la camada, considerando los folículos vitelogénicos y embriones, no presentó diferencias significativas entre ambos grupos, por lo que se juntaron para tener el promedio que fue de $\bar{x} = 8.128 \pm 0.47$ (3-15, $n = 39$; Cuadro 2).

Cuadro 2. Tamaño medio de la camada de *S. formosus*, considerando los folículos vitelogénicos y embriones. Error estándar (E. E.), tamaño de la muestra (n).

	$\bar{x} \pm 1 \text{ E.E.}$	n	Intervalo
Tamaño camada de embriones (E)	7.583 ± 0.408	24	4-10
Tamaño medio de folículos vitelogénicos (FV)	9.000 ± 1.042	15	3-15
Tamaño medio de la camada considerando E y FV.	8.128 ± 0.478	39	3-15

El tamaño de la camada estuvo relacionado con la LHC de las hembras, tal como lo mostró el análisis de regresión utilizado para las variables LHC y tamaño de la camada ($r^2 = 0.530$, $F = 41.716$, $P < 0.0001$; Figura 13).



$$Y = -10.019 + .27 * X; R^2 = .53$$

Figura 13. Relación positiva significativa, entre el tamaño de la camada y la longitud hocico-cloaca (LHC) de las hembras *S. formosus*, de la población del centro de Oaxaca

DISCUSIÓN

Dimorfismo sexual y talla a la madurez sexual

Diferentes autores señalan que dentro del género *Sceloporus* la mayoría de las especies exhiben un pronunciado dimorfismo sexual en características como la coloración, el comportamiento y la talla corporal; esta última se cree que es muy importante debido a que en las hembras favorece a un mayor tamaño de la camada y en los machos a una mejor defensa de su territorio (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2004); generalmente las hembras del género suelen ser más grandes que los machos, excepto en aquellas especies donde los machos presentan rivalidad macho-macho o son territoriales (Fitch, 1978).

De acuerdo con los resultados obtenidos, los machos y las hembras analizadas de *S. formosus* del centro de Oaxaca, no presentaron diferencias significativas en la LHC y tampoco en las demás características morfológicas consideradas [Largo y ancho de la cabeza (LC, AC), antebrazo (A) y tibia (T)]. Se han reportado casos similares, donde los machos son apenas ligeramente más grandes que las hembras en *S. grammicus* (Maciel-Mata, 2005), *S. pictus* y *S. megalepidurus* (Fitch, 1978), *S. horridus* y *S. spinosus* (Valdéz-González y Ramírez-Bautista, 2002).

El tamaño de los machos de *S. formosus* analizados en este estudio puede estar inducido por la presencia de una marcada territorialidad, mientras que en las hembras, el tamaño de la camada y la LHC, probablemente promuevan la selección hacia tallas corporales mayores, lo que en combinación podría influir en que no se presenten diferencias entre ambos sexos, como se ha encontrado en las especies antes mencionadas que presentan un comportamiento similar (Fitch, 1978; Maciel-Mata, 2005). Explicado de otra forma, la ventaja que presentan los machos más grandes sobre los más pequeños radica en que pueden resultar más fuertes y atractivos para las hembras, y por consecuencia, tienen mayor oportunidad de transferir los genes que aseguren la adecuación positiva de la especie; en contraparte, cuando las hembras son más grandes, se interpreta como una estrategia para aumentar la producción de crías, una desventaja en ambos casos es que, al presentar tallas mayores resultan más evidentes para los depredadores (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002; Valdez-González y Ramírez-Bautista, 2002).

Por otra parte, al no existir diferencias en las medidas morfológicas, se podría suponer la existencia de competencia entre los sexos, esto sugeriría que las presas potenciales que consumen ambos sexos tendrían el mismo tamaño y las preferencias de percha serían también similares (Ríos-Pérez, 2005). Sin embargo, no siempre ocurre así, pues se ha observado que a pesar de la similitud del tamaño de las presas consumidas por ambos sexos (*S. horridus* y *S. spinosus*), se presentan diferencias en cuanto al tipo de presas, siendo las hembras las que comúnmente consumen una mayor variedad; mientras que en *S. jarrovi* se ha observado que las hembras consumen presas más grandes que los machos de tallas equivalentes (Valdez-González, 1998).

Ciclos reproductivos

La población de *S. formosus* del centro de Oaxaca presenta reproducción de tipo estacional, como comúnmente sucede en lacertilios que habitan zonas templadas (Marion, 1982). El ciclo reproductivo es otoñal, como en la mayoría de las especies vivíparas de montaña del género *Sceloporus*, tal como ocurre en *S. grammicus* (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Méndez de la Cruz *et al.*, 1988), *S. mucronatus* (Méndez de la Cruz y Villagran, 1983), *S. scalaris* (Ortega y Barbault, 1986), *S. serrifer* (Rivera-Morales, 2001), *S. jarrovi* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002) y *Sceloporus dugesii* (Dávila-Ulloa, 2004).

En estos casos los machos inician su actividad reproductiva (espermatogénesis) aproximadamente entre los meses de marzo y agosto, con una disminución de la actividad testicular durante los siguientes meses; mientras que en las hembras, la vitelogenénesis se lleva a cabo a partir de abril, la actividad reproductiva culmina en el mes de diciembre con el desarrollo embrionario y los nacimientos se dan en los meses de marzo y abril del siguiente año, cuando las condiciones del ambiente son favorables con abundancia de recursos alimenticios necesarios para el crecimiento de las crías (Goldberg, 1972; Guillette y Bearce, 1986; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002).

Por lo general, la mayoría de las especies con reproducción estacional otoñal presentan además actividad reproductiva asincrónica entre los sexos, como es el caso de *S. grammicus* (Guillette y Casas-Andreu, 1980), *S. mucronatus* (Méndez de la Cruz y Villagran, 1983), *S. serrifer* (Rivera-Morales, 2001), *S. jarrovi* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002), *S. dugesii* (Dávila-Ulloa, 2004). Se ha argumentado en las especies antes mencionadas que tal asincronía

probablemente se deba a que tanto machos como hembras responden de forma distinta a los factores ambientales (Goldberg, 1972; Guillette y Casas-Andreu, 1980).

Ciclo de los cuerpos grasos

Machos

Con base en lo observado para los machos de esta población, no se encontró relación entre los cuerpos grasos y la actividad testicular, es decir, el cuerpo graso aparentemente no participa activamente en la actividad gonádica, de hecho, en el periodo en el que se lleva a cabo la espermatogénesis (entre marzo y agosto), los cuerpos grasos no disminuyen, sino al contrario alcanzan su valor máximo, patrón similar a *S. grammicus* (Maciel-Mata, 2005), *S. mucronatus* (Méndez de la Cruz *et al.*, 1988) y *S. jarrovi* (Goldberg, 1972). Lo anterior indica que aparentemente que la dosis energética para la actividad reproductiva de los machos de esta población no proviene en gran medida de los cuerpos grasos, como ocurre con las especies antes mencionadas. Sin embargo, es conocido que la reproducción tiene costos energéticos altos y en especies vivíparas de montaña por lo general los cuerpos grasos tienen relación directa con la actividad testicular (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002).

A pesar de lo anterior, subsecuentemente la masa de los cuerpos grasos disminuye hasta mantenerse constante durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Esto se debe probablemente a la energía invertida por los machos para el acceso a las hembras y a finales del año para el periodo invernal, este patrón es común en especies de ambiente tropical y templado (Selcer, 1987; Ramírez-Bautista *et al.*, 2000).

Hembras

Se observó una relación negativa y significativa entre el ciclo de los cuerpos grasos y la actividad gonádica; los resultados indican una disminución considerable en la masa de los cuerpos grasos en el momento en que la actividad gonádica empieza a incrementarse (agosto), lo que demuestra la relación con la actividad reproductiva y el uso intensivo de los cuerpos grasos durante esta temporada. Este patrón sugiere que los lípidos almacenados en la masa de los cuerpos grasos contribuyen en el desarrollo folicular. Se ha encontrado que los lípidos contenidos en los cuerpos grasos son metabolizados en el periodo de máximo desarrollo de los folículos, este patrón se presenta en varias especies de lacertilios de ambientes tropicales y templados de México (Ramírez-

Bautista y Vitt, 1997; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002). De tal forma que los cuerpos grasos juegan un papel importante dentro del ciclo reproductivo de las hembras de esta población.

Ciclo del hígado

Machos

Para los machos de la población se encontró que el ciclo del hígado está relacionado significativamente con el ciclo gonádico, mostrando en el mes de julio un decremento significativo en su masa, precisamente un mes antes de alcanzar su mayor actividad gonádica, lo que sugiere el uso de lípidos que sintetiza el hígado durante la actividad testicular, tal como se ha observado en *A. nebulosus* (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997), *U. bicarinatus* (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998), *S. jarrovii* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002). La diferencia de la masa del hígado entre los meses, muestra que tanto en el mes de julio como en diciembre se alcanza el tamaño mínimo de la masa, la disminución del mes de diciembre puede ser explicada como una estrategia utilizada para pasar los meses más drásticos del invierno (Goldberg, 1972).

Hembras

Las hembras de esta población muestran que requieren una mayor cantidad de energía, que pueden almacenar en cuerpos grasos e hígado, comparadas con los machos de esta especie. Así que, el ciclo de la masa del hígado se encuentra directamente relacionado con el ciclo de las gónadas, tal como ocurre en especies como *S. jarrovii* (Goldberg, 1972; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002), y *S. grammicus* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004, 2005). Lo anterior se muestra en disminuciones en la masa del hígado en los meses de agosto, octubre, noviembre y diciembre. Este decremento en la masa del hígado en los últimos meses del año sugiere que la energía metabolizada por el hígado es necesaria para completar el desarrollo embrionario y para la supervivencia de los organismos durante el invierno (Goldberg, 1972).

Tamaño de la camada

El tamaño de la camada estuvo correlacionado positivamente con la LHC de las hembras, lo que supone que una hembra de mayor tamaño desarrolla un tamaño de camada más grande, este patrón es recurrente en la mayoría de las especies del género *Sceloporus*, lo mismo ovíparas que vivíparas (Goldberg, 1971; Guillette y Casas-Andreu, 1980; Méndez de la Cruz *et al.*, 1988; Guillette y Sullivan, 1985; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002). Esta estrategia constante en especies que habitan en montañas de altas elevaciones pudiera ser una característica derivada de la herencia filogenética del género (Sites *et al.*, 1992).

Esta población presentó un tamaño de camada de 8.1 ± 0.478 crías, concordando con el valor medio que se estimó en un estudio realizado por Ramírez-Bautista (2004), en el cual las especies del género *Sceloporus* que presentan una LHC que oscila entre los 63 y 73 mm, tienen un tamaño de puesta que abarca un intervalo de 6.5 a 8.2 crías (Ramírez-Bautista, 2004). Por otra parte, se presume que en lo que respecta al tamaño de la camada en lacertilios de diferentes especies, existe una tendencia a través de la selección natural, la cual va encaminada a la evolución de un tamaño óptimo de camada para la supervivencia (Fitch, 1985).

La descendencia también puede estar regulada por el ambiente; en consecuencia, si los recursos son limitados, la competencia entre la descendencia se incrementa considerablemente, de esta forma, las crías más competitivas y de mayor tamaño tienen más opciones de supervivencia y en este caso, la selección favorece un incremento en la talla de la descendencia y no en el tamaño de la camada (selección *k*); por el contrario, si los recursos son abundantes la selección natural puede favorecer una mayor producción de descendencia con crías de menor tamaño, de esta forma la competencia adquiere niveles bajos y los organismos pueden madurar con mayor rapidez (selección *r*) (Pianka y Vitt, 2003). En el caso de esta población, parece ser que al presentar un tamaño de camada relativamente grande (8.1 crías), los recursos son abundantes y a su vez la talla de los neonatos de esta población disminuye.

CONCLUSIONES

1. *Sceloporus formosus* no presenta dimorfismo sexual con respecto a las características morfológicas de ancho y largo de la cabeza, antebrazo y tibia. Tampoco en LHC.
2. No hay diferencias significativas en lo que respecta a la talla mínima a la madurez sexual entre ambos sexos.
3. El ciclo reproductivo de los machos y las hembras es asincrónico, los machos lo inician en el mes de marzo y comienza a disminuir la actividad en septiembre, por su parte, las hembras lo hacen de junio a diciembre.
4. La actividad de los cuerpos grasos de los machos no se encuentra correlacionada con el ciclo gonádico, por lo tanto, no siguió un patrón con respecto a éste; la masa de los cuerpos grasos de las hembras se correlacionó con la masa gonádica y de igual forma con la LHC.
5. El ciclo del hígado de los machos se encuentra correlacionado con la actividad gonádica, de igual manera con la LHC; éste mismo patrón se presentó en las hembras con relación a la masa gonádica.
6. El tamaño de la camada (8.1) estuvo relacionada con la LHC de la hembra. Esta característica se encuentra dentro de los parámetros de las especies pertenecientes al grupo *formosus*.

LITERATURA CITADA

- Abacus Concepts. 1992. Statview IV. Berkeley, California: Abacus Concepts, Inc.
- Ballinger, R. E. 1977. Reproductive strategies: food availability as a source of proximal variation in lizard. *Ecology* 58:628-635.
- Dávila-Ulloa, E. G. 2004. Características reproductivas de machos y hembras de la lagartija vivípara *Sceloporus dugesii* (Sauria: Phrynosomatidae) de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores, Iztacala. UNAM. México.
- Derickson, W.K. 1976. Lipid storage and utilization in reptiles. *American Zoologist* 16:711-723.
- Fitch, H.S. 1970. Reproductive cycles in lizards and snakes. University of Kansas. Museum of Natural History. Miscellaneous publication. 52:1-247.
- Fitch, H.S. 1978. Sexual size differences in the genus *Sceloporus*. University of Kansas Science Bulletin. 51:441-461.
- Fitch, H. S. 1985. Variation in clutch and litter size in new world reptiles. The University of Kansas, Museum of Natural History. Miscellaneous publication. 76:72p.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen, 3ra edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, D.F. 246pp.
- Goldberg, R.S. 1971. Reproductive cycle of the ovoviviparous iguanid lizard *Sceloporus jarrovi* Cope. *Herpetologica* 27:123-131.
- Goldberg, R. S. y C. H. Lowe. 1966. The reproductive cycle of the western whiptail lizard (*Cnemidophorus tigris*) in southern Arizona. *Journal of Morphology* 118:543-548.

- Goldberg, R. S. 1972. Seasonal weight and cytological changes in the fat bodies and liver of the iguanid lizard *Sceloporus jarrovi*. *Copeia* (2):227-232.
- Guillette, L. J. Jr. 1983. Notes concerning the reproduction of the montane skink, *Eumeces copei*. *Journal of Herpetology* 17:144-148.
- Guillette, L. J. Jr. y G. Casas-Andreu. 1980. Fall reproductive activity in the high-altitude lizard *Sceloporus grammicus* on the eastern slope of the Iztaccihuatl Volcano, Puebla, México. *Journal of Zoology*. 73 :2184-2191.
- Guillette, L. J. Jr. y G. Casas-Andreu. 1987. The reproductive biology of the high elevation Mexican lizard, *Barisia imbricata*. *Herpetologica* 43:29-38.
- Guillette, L. Jr. y W. P. Sullivan, 1985. Reproductive and fat body cycles of the lizard, *Sceloporus formosus*. *Journal of Herpetology* 19:474-480.
- Guillette, L. J. Jr. y D. A. Bearce. 1986. The reproductive activity in the high altitude Mexican lizard, *Sceloporus grammicus disparilis*. *Transactions of the Kansas Academy of Sciences* 89: 31-39.
- Guillette, L. J. Jr. y F. R. Méndez de la Cruz. 1993. The reproductive cycle of the viviparous Mexican Lizard *Sceloporus torquatus*. *Journal of Herpetology* 27: 168:174.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Datos generales del estado de Oaxaca. México.
- Maciel-Mata, C. A. 2005. Biología reproductiva de hembras y machos de la lagartija vivípara *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) en los alrededores de la ciudad de Pachuca, Hidalgo México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores, Izatacala. UNAM, México.

- Manríquez-Moran, N. L. 1995. Estrategias reproductivas en las hembras de dos especies hermanas de lacertilios: *Sceloporus aeneus* y *S. bicanthalis*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 102 p.
- Marion, K. R. 1982. Reproductive cues for gonadal development in temperate reptiles: temperature and photoperiod effects on the testicular cycles of the lizard *Sceloporus undulatus*. *Herpetológica* 38: 26-39.
- Méndez de la Cruz, F. R y M. Villagran Santa Cruz. 1983. Contribución al conocimiento de la ecología y ciclo reproductor de la lagartija vivípara *Sceloporus mucronatus mucronatus*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores, Iztacala. UNAM. México.
- Méndez de la Cruz, F. R., L. J. Guillette Jr., M. Santa Cruz Villagrán y G. Casas Andreu. 1988. Reproductive and Fat Body Cycle of the Viviparous Lizard, *Sceloporus mucronatus* (Sauria Iguanidae). *Journal of Herpetology* 22: 1-12.
- Ortega, A., y R. Barbault. 1986. Reproductive in the high elevation Mexican Lizard *Sceloporus scalaris*. *Journal of Herpetology*. 20:114-116.
- Pianka, E. R. y L. J. Vitt. 2003. *Lizards, window to the evolution of diversity*. University of California Press. EUA.
- Ramírez –Bautista, A. 2004. Diversidad de estrategias reproductivas en un ensamble de lagartijas de una región tropical estacional de las costas del Pacífico de México. *Boletín de la. Sociedad. Herpetológica* 12: 7-16.
- Ramírez-Bautista, A. y L. J. Vitt. 1997. Reproduction in the lizard *Anolis nebulosus* (Polychrotidae) from the pacific coast of Mexico. *Herpetologica* 53 (4):423-431.

- Ramírez-Bautista, A. y L. J. Vitt. 1998. Reproductive biology of *Urosaurus bicarinatus* (Sauria: Phrynosomatidae) from tropical dry forest of Mexico. *The Southwestern Naturalist* 43:381-390.
- Ramírez-Bautista, A. y D. Pardo-De la Rosa. 2002. Reproductive cycle and characteristics of the widely-foraging lizard, *Cnemidophorus communis*, from Jalisco, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 47(2):205-214.
- Ramírez-Bautista, A. y V. Olvera-Becerril. 2004. Reproduction in the boulder Spiny Lizard, *Sceloporus pyrocephalus* (Sauria: Phrynosomatidae), from a tropical dry forest of México. *The Southwestern Naturalist* 47:205-214.
- Ramírez-Bautista, A., C. Balderas-Valdivia, y L. J. Vitt. 2000. Reproductive ecology of the whiptail lizard *Cnemidophorus lineatissimus* (Squamata: Taiidae) in tropical dry forest. *Copeia* 2000. 712-722.
- Ramírez-Bautista, A., O. Flores-Ramos y J. W. Sites Jr.3. 2002. Reproductive cycle of the spiny lizard *Sceloporus jarrovi* (Sauria: Phrynosomatidae) from north-central Mexico. *Journal of Herpetology* 36:225-233.
- Ramírez-Bautista, A., E. Jiménez-Cruz y J.C. Marshall. 2004. Comparative Life History for populations of the *Sceloporus grammicus* complex (Squamata: Phrynosomatidae). *The Southwestern Naturalist* 64(2):175-183.
- Ramírez-Bautista, A., Maciel-Mata, C. y M. A. Martínez-Morales. 2005. Reproductive cycle of the viviparous lizard *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Pachuca, Hidalgo, México. *Acta Zoologica Sinica* 51(6): 998-1003.
- Ramírez Sandoval, E. J., Ramírez-Bautista, A. y L. J. Vitt. 2006. Reproduction in the lizard *Phyllodactylus lanei* (Squamata: Gekkonidae) from the Pacific Coast of Mexico. *Copeia* 2006 (1): 1-9.

- Ríos-Pérez, A. D. 2005. Ciclo reproductivo de la lagartija vivípara *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) en una población del Norte de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores, Iztacala. UNAM. México.
- Rivera-Morales, J. F. 2001. Estrategia reproductiva de la lagartija tropical *Sceloporus serrifer* en el estado de Yucatán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa Wiley, Mexico City, México.
- Schulte-Hostedde, A.I., B. Zinner, J. S. Millar y J. G. Hickling. 2005. Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices. *Ecology* 86:155-163.
- Secretaría de Gobernación, Centro Nacional de Estudios Municipales, Gobierno del Estado de Oaxaca, *Los Municipios de Oaxaca, Enciclopedia de los Municipios de México*. 1988. Talleres Gráficos de la Nación, D.F. México.
- Selcer, K. W. 1987. Seasonal variation in fatbody and liver mass of the introduced mediterranean gecko, *Hemidactylus turcicus*, in Texas. *Journal of Herpetology*. 21:74-78.
- Selcer, K. W. 1992. Lipid storage during formation of early-and late-season clutches in the gecko *Hemydactylus turcicus*. *Journal of Herpetology* 26: 209-213.
- Shine, R. 1989. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. *Quart. Review Biology* 64:419-461.
- Sites, J. W. Jr., J. W. Archie, C. J. Cole y O. Flores-Villela. 1992. A review of phylogenetic hypotheses for the lizard genus *Sceloporus* (Phrynosomatidae): implications for ecological and evolutionary studies. *Bulletin of American Museum of Natural History*. 213:1-110.
- Smith, H. M. 1939. The Mexican and Central American lizards of the genus *Sceloporus*. *Field Museum of Natural History*. Vol. 26. Tomo 1. 237p.

- Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1966. Herpetology of Mexico: annotated checklists and keys to the amphibians and reptiles. E. Lundberg, Ashton, MD.
- Tinkle, D. W., H. M. Wildur, y S. G. Tilley. 1970. Evolutionary strategies in lizard reproduction. *Evolution* 24(1):55-74.
- Valdéz-González, M. A. 1998. Contribución al conocimiento de los patrones reproductivos y aspectos alimenticios de dos especies de lagartijas, *Sceloporus spinosus spinosus* y *Sceloporus horridus horridus* (Lacertilia: Phrynosomatidae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores, Iztacala. UNAM. México.
- Valdéz-González, M. A., y A. Ramírez-Bautista. 2002. Reproductive Characteristics of the Spiny Lizards, *Sceloporus horridus* and *Sceloporus spinosus* (Squamata: Phrynosomatidae) from México. *Journal of Herpetology* 36:36-43.
- Vitt, L. J. 1983. Reproduction and sexual dimorphism in the tropical Teiid lizard *Cnemidophorus ocellifer*. *Copeia* 1983 (2): 359-366.
- Vitt, L. J. 1986. Reproductive tactics of sympatric gekkonid lizards with a comment on the evolutionary and ecological consequences of invariant clutch size. *Copeia* 1986:776-786.
- Vitt, L. J. y H. J. Price. 1982. Ecological and evolutionary determinants of relative clutch mass in lizards. *Herpetologica* 38:237-255.
- Vitt, L. J. y W. E. Cooper. 1985. The evolution of sexual dimorphism in the skink *Eumeces laticeps*: an example of sexual selection. *Journal Zoology* 63:995-1002.
- Wiens, J. J. y T. W. Reeder. 1997. Phylogeny of the spiny lizards (*Sceloporus*) based on molecular and morphological evidence. The herpetologists league, Inc. *Herpetological Monographs* 11:1-101.

Zug, G.R., L.J. Vitt y J.P. Caldwell. 2001. Herpetology: An introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Academic Press. Second Edition. Florida, EUA. p.629.

Apéndice

Lista de ejemplares de *S. formosus* que se usaron en este estudio provienen de la colección del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias (MZFC), Universidad Nacional Autónoma de México.

1. MZFC-730 (Hembra)	39. MZFC-7252 (Juvenil)
2. MZFC-758 (Macho)	40. MZFC-7253 (Macho)
3. MZFC-3222 (Hembra)	41. MZFC-7368 (Macho)
4. MZFC-3223 (Juvenil)	42. MZFC-7369 (Macho)
5. MZFC-3223-2 (Juvenil)	43. MZFC-7398 (Hembra)
6. MZFC-3254 (Hembra)	44. MZFC-7445 (Macho)
7. MZFC-3254-2 (Hembra)	45. MZFC-7446 (Hembra)
8. MZFC-3254-3 (Macho)	46. MZFC-7447 (Macho)
9. MZFC-3254-4 (Hembra)	47. MZFC-7448 (Juvenil)
10. MZFC-3254-5 (Cría)	48. MZFC-7490 (Macho)
11. MZFC-4062 (Juvenil)	49. MZFC-7818 (Hembra)
12. MZFC-4473 (Cría)	50. MZFC-7819 (Hembra)
13. MZFC-4475 (Macho)	51. MZFC-7820 (Macho)
14. MZFC-4476 (Macho)	52. MZFC-10486 (Macho)
15. MZFC-4478 (Cría)	53. MZFC-10487 (Macho)
16. MZFC-4493 (Cría)	54. MZFC-10983 (Hembra)
17. MZFC-4512 (Juvenil)	55. MZFC-10984 (Macho)
18. MZFC-4513 (Cría)	56. MZFC-10985 (Macho)
19. MZFC-4719 (Macho)	57. MZFC-10986 (Macho)
20. MZFC-5304 (Macho)	58. MZFC-10987 (Hembra)
21. MZFC-5307 (Hembra)	59. MZFC-10988 (Hembra)
22. MZFC-5308 (Juvenil)	60. MZFC-10989 (Hembra)
23. MZFC-5311 (Juvenil)	61. MZFC-10991 (Macho)
24. MZFC-5312 (Hembra)	62. MZFC-10993 (Juvenil)
25. MZFC-5505-3 (Cría)	63. MZFC-10995 (Cría)
26. MZFC-6299 (Macho)	64. MZFC-10996 (Cría)
27. MZFC-6505 (Hembra)	65. MZFC-11136 (Juvenil)
28. MZFC-6505-2 (Macho)	66. MZFC-11137 (Cría)
29. MZFC-6506 (Hembra)	67. MZFC-11138 (Hembra)
30. MZFC-6506-2 (Macho)	68. MZFC-11139 (Juvenil)
31. MZFC-6507 (Macho)	69. MZFC-11140 (Juvenil)
32. MZFC-6507-2 (Macho)	70. MZFC-11141 (Juvenil)
33. MZFC-6510 (Hembra)	71. MZFC-11142 (Juvenil)
34. MZFC-6511 (Hembra)	72. MZFC-11592 (Cría)
35. MZFC-6511-2 (Macho)	73. MZFC-11593 (Juvenil)
36. MZFC-6511-3 (Hembra)	74. MZFC-11594 (Cría)
37. MZFC-6512 (Macho)	75. MZFC-11595 (Cría)
38. MZFC- 6512-2 (Cría)	

Listado de individuos de *S. formosus* provenientes de la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM):

1. IBH-4423 (Hembra)	44. IBH-6763-6 (Juvenil)
2. IBH-4423-2 (Macho)	45. IBH-6764 (Hembra)
3. IBH-4423-3 (Macho)	46. IBH-6764-2 (Juvenil)
4. IBH-4423-4 (Juvenil)	47. IBH-6765 (Macho)
5. IBH-4423-5 (Cría)	48. IBH-6765-2 (Hembra)
6. IBH-4424 (Hembra)	49. IBH-6766 (Hembra)
7. IBH-4424-2 (Macho)	50. IBH-6766-2 (Hembra)
8. IBH-4424-3 (Juvenil)	51. IBH-6766-3 (Juvenil)
9. IBH-4424-4 (Cría)	52. IBH-6767 (Juvenil)
10. IBH-4424-5 (Hembra)	53. IBH-6767-2 (Macho)
11. IBH-4424-6 (Macho)	54. IBH-6768 (Hembra)
12. IBH-4424-8 (Macho)	55. IBH-6768-2 (Hembra)
13. IBH-4424-9 (Cría)	56. IBH-6769 (Macho)
14. IBH-4454-5 (Cría)	57. IBH-7179 (Hembra)
15. IBH-5350 (Macho)	58. IBH-7179-2 (Hembra)
16. IBH-5350-2 (Hembra)	59. IBH-7179-3 (Macho)
17. IBH-5350-3 (Hembra)	60. IBH-7179-4 (Hembra)
18. IBH-6220 (Macho)	61. IBH-7474 (Macho)
19. IBH-6221 (Hembra)	62. IBH-7597 (Hembra)
20. IBH-6222 (Macho)	63. IBH-7598 (Hembra)
21. IBH-6223 (Macho)	64. IBH-7598-2 (Hembra)
22. IBH-6223-2 (Hembra)	65. IBH-7598-3 (Hembra)
23. IBH-6223-4 (Hembra)	66. IBH-7598-4 (Macho)
24. IBH-6224 (Juvenil)	67. IBH-7598-5 (Hembra)
25. IBH-6225 (Juvenil)	68. IBH-7598-6 (Macho)
26. IBH-6243 (Macho)	69. IBH-7599 (Cría)
27. IBH-6758 (Macho)	70. IBH-7600 (Macho)
28. IBH-6758-2 (Macho)	71. IBH-7600-2 (Hembra)
29. IBH-6758-3 (Hembra)	72. IBH-7600-3 (Hembra)
30. IBH-6758-4 (Macho)	73. IBH-7600-4 (Macho)
31. IBH-6759 (Hembra)	74. IBH-7600-5 (Macho)
32. IBH-6759-2 (Juvenil)	75. IBH-7600-6 (Hembra)
33. IBH-6760 (Macho)	76. IBH-7601 (Hembra)
34. IBH-6760-2 (Hembra)	77. IBH-7602 (Macho)
35. IBH-6761 (Hembra)	78. IBH-7602-2 (Macho)
36. IBH-6761-2 (Hembra)	79. IBH-7602-3 (Hembra)
37. IBH-6761-3 (Hembra)	80. IBH-7602-4 (Macho)
38. IBH-6762 (Juvenil)	81. IBH-7602-5 (Hembra)
39. IBH-6763 (Hembra)	82. IBH-7603 (Macho)
40. IBH-6763-2 (Juvenil)	83. IBH-7604 (Hembra)
41. IBH-6763-3 (Juvenil)	84. IBH-7604-2 (Hembra)
42. IBH-6763-4 (Hembra)	85. IBH-7676 (Hembra)
43. IBH-6763-5 (Macho)	86. IBH-7677 (Juvenil)